

## **JP2002116327**

Publication Title:

**METHOD FOR MANUFACTURING TRANSPARENT PLASTIC LINEAR BODY**

Abstract:

Abstract of JP2002116327

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a transparent plastic linear body of high quality of controlling surface foaming or deterioration by heating, in manufacture of the transparent plastic linear body by a drawing method. **SOLUTION:** In the method for manufacturing the transparent plastic linear body having a cross section shape nearly similar to a transparent plastic bar shaped body by heating and drawing the tip end part of the transparent plastic bar shaped body, a near infrared ray source is used for heating the transparent plastic bar shaped body. The invention relating to the method for manufacturing the transparent plastic linear body is utilized for manufacturing a plastic optical fiber. A bar shaped body consisting of a bundle of many plastic optical fibers is used as the transparent plastic bar shaped body. Also, a fluorescent agent may be contained in the plastic bar shaped body.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-116327

(P2002-116327A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 B 6/00	3 6 6	G 0 2 B 6/00	2 H 0 5 0
B 2 9 C 55/06		B 2 9 C 55/06	4 F 2 1 0
// B 2 9 K 101:12		B 2 9 K 101:12	
105:32		105:32	
B 2 9 L 11:00		B 2 9 L 11:00	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-310110(P2000-310110)

(22) 出願日 平成12年10月11日 (2000.10.11)

(71) 出願人 000001085

株式会社クラレ

岡山県倉敷市酒津1621番地

(72) 発明者 斎藤 堅

新潟県北蒲原郡中条町倉敷町2番28号 株

式会社クラレ内

(72) 発明者 新治 修

新潟県北蒲原郡中条町倉敷町2番28号 株

式会社クラレ内

Fターム(参考) 2H050 AA14 AB42X AB43Y AB45X

AB47Y AC03

4F210 AA13 AA21 AB14 AH77 AK04

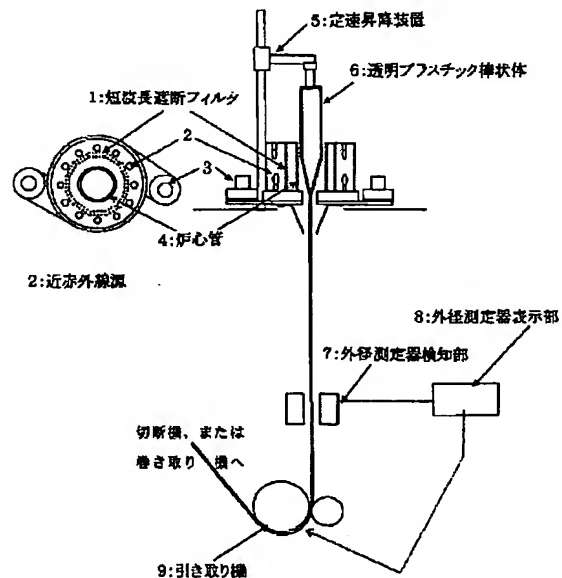
QC02 QD36 QG06 QG18

## (54) 【発明の名称】 透明プラスチック線状体の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 延伸法による透明プラスチック線状体の製造において表面の発泡や加熱劣化を抑え、高品質の透明プラスチック線状体を製造する方法を提供すること。

【解決手段】 透明プラスチック棒状体の先端部を加熱し、線引きすることによって、該透明プラスチック棒状体と概ね相似する断面形状を持つ透明プラスチック線状体を製造する方法において、透明プラスチック棒状体の加熱に近赤外線源を用いる。この透明プラスチック線状体の製造方法の発明は、プラスチック光ファイバの製造に利用することができる。透明プラスチック棒状体として、多数のプラスチック光ファイバの束からなるものを用いることができ、また、プラスチック棒状体が蛍光剤を含有しても良い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明プラスチック棒状体の先端部を加熱し、線引きすることによって、該透明プラスチック棒状体と概ね相似する断面形状を持つ透明プラスチック線状体を製造する方法において、透明プラスチック棒状体の加熱に近赤外線源を用いる透明プラスチック線状体の製造方法。

【請求項2】 透明プラスチック棒状体の加熱に用いられる近赤外線源が、0.7～3 $\mu$ mのピーク波長を持つ、色温度が1000～4000Kの近赤外放射体である請求項1記載の透明プラスチック線状体の製造方法。

【請求項3】 近赤外線源と加熱される透明プラスチック棒状体との間に、可視波長もしくは紫外波長以下の短波長の光を遮断する短波長遮断フィルタが設けられている請求項1または2記載の透明プラスチック線状体の製造方法。

【請求項4】 透明プラスチック棒状体の先端部を加熱し、線引きすることによって、該透明プラスチック棒状体と概ね相似する断面形状を持つ透明プラスチック光ファイバを製造する方法において、透明プラスチック棒状体の加熱に近赤外線源を用いるプラスチック光ファイバの製造方法。

【請求項5】 透明プラスチック棒状体が、多数のプラスチック光ファイバの束からなる請求項4記載のプラスチック光ファイバの製造方法。

【請求項6】 透明プラスチック棒状体が、蛍光剤を含有する請求項4または5記載のプラスチック光ファイバの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は透明プラスチック線状体の製造方法、特にプラスチック光ファイバの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、透明プラスチックの線状体（モノフィラメント）を製造する方法として、透明プラスチックを熔融し、細いノズルから押し出して行う熔融押出紡糸法が採用されることが多い。熔融押出紡糸法を利用したプラスチック光ファイバの製造方法の一例として、例えば、メチルメタクリレートモノマを塊状重合し、ペレットを経由しないで連続的にファイバを押し出して製造する方法がある。熔融押出紡糸法に用いられる押出機は大型の装置であり、高価格であるが、この方法のように熔融押出紡糸法は大量生産に適している。しかし、押出機の運転を開始してから定常運転に入るまでに長い時間が必要であり、時間や素材のロスが大きい。このため、素材の樹脂の種類を変える、添加剤の種類を変えるなど、素材を変更しようとする、切替のためのロスが大きく、熔融押出紡糸法は少量多品種生産には必ずしも適当でない。

【0003】透明プラスチックのモノフィラメントを製造する他の方法として、透明プラスチックの棒状体を成形後、先端を加熱して細いモノフィラメントに線引きする方法がある（以後、この方法を「延伸法」と称する。）。この延伸法は量産には適さないが、円形の断面形状のもののみならず、矩形などの異形のを製造することが容易であり、また素材の変更なども容易であり、多品種の生産に適している。延伸法によるプラスチック光ファイバの製造方法は、蛍光ファイバ、シンチレーションファイバなどの特殊用途向けのプラスチック光ファイバの製造に利用されることが多い。延伸法では、一般に200～350℃程度の鋳込ヒーター等により、透明プラスチック棒状体の先端を加熱することが行われている。この加熱方法によれば、ヒータからの熱の一部が空気や不活性ガスを媒体にして棒状体の表面まで伝導することによって棒状体を加熱し、また、ヒータ表面から放射された遠赤外線が棒状体の表面を直接に加熱する。透明プラスチックは遠赤外線の吸収効率が高いことから、ヒーターを用いた場合、空気等を媒体にする加熱によっても、遠赤外線による加熱によっても棒状体の表面のみが加熱される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般にプラスチックの熱伝導率は小さいことから、延伸法においてヒーターや熱風を用いて太い棒状体を加熱しようとする、表面ばかりが加熱され、棒状体の中心部まで熱が伝わらず中心部の温度が上がらず、延伸をすることができなかった。太い棒状体の中心部まで温度を上げるために、ヒーターや熱風の温度を上げると棒状体の表面温度のみが過剰に上昇することになって、棒状体表面に発泡や加熱劣化が起こってしまう。このような棒状体から光ファイバを製造すると、光ファイバに欠陥や線径むらが生じ、導光損失に劣る光ファイバしか得られなかった。

【0005】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、延伸法による透明プラスチック線状体の製造において表面の発泡や加熱劣化を抑え、高い生産速度で高品質の透明プラスチック線状体を製造する方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決する透明プラスチック線状体の製造方法に関する本件の発明は、透明プラスチック棒状体の先端部を加熱し、線引きすることによって、該透明プラスチック棒状体と概ね相似する断面形状を持つ透明プラスチック線状体を製造する方法において、透明プラスチック棒状体の加熱に近赤外線源を用いることを特徴とする。

【0007】この透明プラスチック線状体の製造方法の発明において、透明プラスチック棒状体の加熱に用いられる近赤外線源が、0.7～3 $\mu$ mのピーク波長を持つ、色温度が1000～4000Kの近赤外放射体であ

ることが、棒状体の内部まで均一に加熱できしかも加熱効率を損なわないことから好ましい。また、近赤外線源と加熱される透明プラスチック棒状体との間に、可視波長もしくは紫外波長以下の短波長以下の短波長の光を遮断する短波長遮断フィルタを設けることが、可視光や紫外光による棒状体の材料劣化を防止することができることから好ましい。

【0008】上記の透明プラスチック線状体の製造方法の発明は、プラスチック光ファイバの製造に利用することができる。透明プラスチック棒状体として、多数のプラスチック光ファイバの束からなるものを用いることができ、また、プラスチック棒状体が、蛍光剤を含有しても良い。棒状体としては円柱形状に限定されず、棒状体を例えば矩形や三角形などの異形に成形しておくことによって、異形断面線状体を製造することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】本件の発明に用いられる近赤外線加熱炉および延伸装置を図1に示す。近赤外線加熱炉は、近赤外線源2を備え、近赤外線源2から発せられた近赤外線が炉心管4を通して透明プラスチック棒状体6に照射される。近赤外線源2は炉心管4を内側にして透明プラスチック棒状体6の外周に等間隔で配置される。近赤外線源2を等間隔で配置しておかないと、透明プラスチック棒状体が真円であっても、延伸後の透明プラスチック線状体が楕円になったり、異形になったりすることがある。真円の透明プラスチック線状体を得るために、近赤外線源2を多数（例えば、8個以上、好ましくは10個以上）配置することが良い。必要に応じて、近赤外線源2は上下に2段以上の多段に配置しても良い。

【0010】近赤外線源としては、いわゆるプランクの黒体放射に類する放射伝熱源が用いられる。タングステンフィラメントを放射源とする照明用の白熱電球やハロゲンランプなどが放射伝熱源として好適に用いられる。図2は、放射源の温度（色温度）とプランクの黒体放射エネルギーの波長分布を示したものであり、放射エネルギーの最大値を与える波長 $\lambda_{\max}$ と絶対温度 $T$ との関係は下記の式（1）で、全放射エネルギー $E$ は下記の式（2）でそれぞれ示される。式（2）はステファン・ボルツマンの法則と呼ばれる。

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2884 (\mu\text{m} \cdot \text{K}) \quad (1)$$

$$E = \sigma T^4 \quad (\sigma: \text{定数}) \quad (2)$$

図2、式（1）および式（2）より、温度が高いほど放射ピーク波長が短くなり、しかも放射エネルギーが急激に増加していくことが示されている。例えば、ハロゲンランプの色温度が3000Kの場合、図2および式

（1）から、ハロゲンランプの放射ピークは1 $\mu\text{m}$ 付近にある。ここで、透明棒状体の素材の一例であるアクリル樹脂について、吸光係数を図3に示す（出典：Toshikuni KAINO, et al., Review of the Electrical Communication Laboratories Vol.32 No.3 (1984) P478-48

8）。アクリル樹脂は波長が0.7 $\mu\text{m}$ 以下では透明であり吸収が少ないが、0.7 $\mu\text{m}$ の可視波長から波長3 $\mu\text{m}$ まで徐々に吸収が大きくなり、3 $\mu\text{m}$ を越える遠赤外波長では、1cm当たりの吸光度が10以上（すなわち、1cm通過で99%吸収）となり、ほとんど不透明になることが図3から分かる。すなわち、数cm～10cmの深さまで内部加熱するためには、波長が1 $\mu\text{m}$ 前後で、アクリル樹脂に対して半透明であり、半分程度が吸収される近赤外線を加熱することが好ましい。これに対し、放射ピークが3 $\mu\text{m}$ を超える遠赤外線を加熱に用いると、吸光係数が大きいために、遠赤外線がアクリル樹脂透明体の表面でほとんど吸収されて熱になり、表面の発泡や加熱劣化を起こし易い。一方、放射ピークが0.7 $\mu\text{m}$ に満たない可視光線を加熱に用いると、吸光係数が小さいために、可視光線が透過してしまい、アクリル樹脂透明体が加熱されないばかりか、被加熱体の光劣化を起こす恐れも高い。

【0011】図3にはアクリル樹脂の吸光係数を示したが、ポリスチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、PET樹脂などの一般的な透明プラスチックであれば同様に赤外波長領域で光が吸収される特性を持つことから、本発明において好適に用いることができる。本件の発明により、透明プラスチック棒状体の加熱に近赤外線をを用いることにより、棒状体を内部から加熱することができ、従来の鑄込みヒーター等の伝導伝熱加熱源を用いた場合のように、透明プラスチック棒状体の表面温度が必要以上に上昇することが避けられ、発泡や加熱劣化を抑えることができる。また、近赤外線源による内部加熱によれば、伝導伝熱加熱源を用いた場合よりも短時間で棒状体の内部を加熱することが可能であり、透明プラスチック線状体の延伸速度を従来よりも速めること、従来よりも大きな直径の透明プラスチック棒状体を延伸することが可能となる。

【0012】透明プラスチック棒状体の加熱に用いられる近赤外線源としては、0.7～3 $\mu\text{m}$ のピーク波長を持つ、色温度が1000～4000Kの黒体放射体であればどのような加熱源でもよいが、ピーク波長が0.8～2 $\mu\text{m}$ （色温度1500～3500K）のものがより好ましい。例えば輻射効率の高いハロゲンランプが好適に用いることができる。

【0013】近赤外線を加熱に用いることによって効果的にプラスチック透明体の内部が加熱されることを図4（a）に概略を示す試験方法により確認した。ここでは、縦寸法が70mm、横寸法が90mmで、厚さが10mmのアクリル樹脂板（透明および黒色の2種類）の表面及び裏面の中心部にそれぞれ熱電体を取り付け、このアクリル樹脂板から7cm離れたところからハロゲンランプ（100V500W、色温度2950K）を用いて近赤外線を照射し、温度変化を測定した（測定結果を図4（b）に示す）。図4（b）に基づいて考察する

と、透明アクリル樹脂板の場合、照射開始3分後の表面の温度は80℃、裏面の温度は28℃であり、加熱効率が高くないが表裏の温度差は52℃と小さい。これは内部の加熱が進んでいることを示している。これに対し、黒色アクリル樹脂板を用いた試験の結果を比較のために図4に示したが、これは伝導伝熱や遠赤外線加熱の模擬として示したものである。黒色アクリル樹脂板の場合では照射開始3分後の表面の温度は143℃、裏面の温度は26℃であり、表裏の温度差は117℃と大きく、加熱効率は高いが表面の加熱が過度に進んでいることを示している。また、黒色アクリル樹脂板の場合、照射開始1分程度は裏面の温度上昇がないのに対し、透明アクリル樹脂板の場合、照射開始と同時に裏面の温度上昇が始まっている。このことも、熱伝導ではなく、近赤外線により直接に内部が加熱されていることを示している。

【0014】ハロゲンランプからは、場合によっては有害な可視光線及び紫外線も発生することから、ハロゲンランプと透明プラスチック棒状体との間に、透明プラスチック棒状体の加熱に不要な可視光線及び紫外線を除去するため、700～800nm以下の短波長を遮断する短波長遮断フィルタ1を配置すれば良い(図1参照)。ハロゲンランプと組み合わせて用いることが適当な短波長遮断フィルタの波長特性の一例を図5に示す。本件の発明によりプラスチックシンチレーションファイバを製造する場合には、短波長遮断フィルタを配置することが特に好ましい。加熱延伸時に棒状体に紫外線が照射されたことによって蛍光剤が劣化退色したり、蛍光剤のために樹脂が着色することがあるからである。

【0015】図1に示す本件の発明に用いられる近赤外線加熱炉および延伸装置において、加熱炉内の電線や短波長遮断フィルタを保護するとともに、近赤外線加熱の効果を高めるために炉心管を含め周辺部材の温度を過度に上昇させないため、近赤外線加熱炉には冷却ファン3が取り付けられている。炉心管4によって、透明プラスチック棒状体6に近赤外線加熱炉の冷却ファン3からの冷却風が当たって延伸径が変動することを防ぐことができる。

【0016】透明プラスチック棒状体6は定速昇降装置5によって一定の速度で下げられる。近赤外線加熱炉の下部には引き取り機9が設けられており、透明プラスチック棒状体6と概ね相似する形状に延伸された線状体が引き取り機9を通して、切断機、巻き取り機等に送られる。透明プラスチック線状体の外径は外径測定器検知部7で測定され、その結果は外径測定器表示部8で表示されるとともに、所定の外径(目標値)と差に応じて引き取り機9での引き取り速度が制御される。

【0017】このような近赤外線加熱炉および延伸装置を用いた本件の透明プラスチック線状体の製造方法の発明は、プラスチック光ファイバの製造に利用することができる。その他、細径や太径のモノフィラメントの製造

にも利用することができる。プラスチック光ファイバを製造する場合には、その製造に用いられる透明プラスチック棒状体として、例えば、コア材/クラッド材がスチレン樹脂/アクリル樹脂、アクリル樹脂/フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂/アクリル樹脂からなるものが挙げられる。また、透明プラスチック棒状体は多数のプラスチック光ファイバの束からなるものでも良く、透明プラスチック棒状体に蛍光剤を添加しておけば、蛍光ファイバやシンチレーションファイバを好適に製造することもできる。

【0018】(実施例1) 図1に示す近赤外線加熱炉および延伸装置において、近赤外線源2として、半径120mmの円周上に12個のハロゲンランプ(100V供給時の色温度が2750K。ランプ供給電圧75V、電流19.5A)を等間隔に2段(計24個)配置した。ハロゲンランプの内側には、図5に示す透過性をもつ赤外線透過フィルタ(シグマ光機製ITF-50S-80IR)を取り付けた。この紡糸装置にポリスチレン樹脂(コア材)およびアクリル樹脂(クラッド材)から構成される直径が70mmのプラスチック光ファイバ用棒状体をセットして、1.65mm/minの速度で棒状体の先端をハロゲン加熱炉に導入し、加熱され軟化して垂れ下がった樹脂を外径測定器検知部を通して引き取り機に導くことにより(引き取り速度7.2m/min)、直径1mmの発泡のないプラスチック光ファイバに延伸することができた。このプラスチック光ファイバの導光損失は波長670nmにおいて195dB/kmで良好であった。

【0019】(実施例2) 実施例1で用いた装置に、プラスチックシンチレータ用蛍光剤を含有するポリスチレン樹脂(コア材)およびアクリル樹脂(クラッド材)から構成された直径が70mmのプラスチックシンチレーションファイバ用棒状体を導入して、実施例1と同じ棒状体の引き下げ速度、および加熱条件で加熱延伸することにより、発泡のない直径が1mmのプラスチックシンチレーションファイバを製造することができた。ポリスチレン樹脂に含有された蛍光剤は2-(4-tert-ブチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)1,3,4-オキサジアゾール1%(チバガイギー製)、4-4'ビス(2,5ジメチルスチリル)ジフェニル0.02%である。実施例2において、引き取り機での引き取り速度は7.5m/minであった。このプラスチックシンチレーションファイバの発光量は問題なく良好であり、シンチレーションファイバの透明性の指標である減衰長は380cmと良好であった。

【0020】(実施例3) 実施例1で用いた装置に、ポリスチレン樹脂(コア材)およびポリメタクリル樹脂(クラッド材)から構成された直径が100mmの太径のプラスチック光ファイバ用棒状体を導入して、加熱延伸することにより、発泡のない直径が1mmのプラスチ

ック光ファイバを製造することができた。実施例3において、ハロゲンランプのランプ供給電圧は85V、電流は22.5Aである。棒状体の引き下げ速度は2.0mm/minであり、引き取り機での引き取り速度は19.5m/minであった。このプラスチック光ファイバの導光損失を測定したところ、波長670nmで185dB/kmであった。

【0021】(比較例1) 図1に示すものと同様の構造を有し、加熱源としてハロゲンランプに替えて内径が150mmの真鍮鑄込みヒーターを組み込んだ延伸装置(ヒーター温度320℃)を用いた。実施例1と同様に、ポリスチレン樹脂(コア材)およびポリメタクリル樹脂(クラッド材)から構成された直径が70mmのプラスチック光ファイバ用棒状体を延伸装置に導入して、加熱延伸することにより、直径が1mmのプラスチック光ファイバの製造を試みた。このときの棒状体の引き下げ速度は1.1mm/minであり、引き取り機での引き取り速度は4.8m/minであった。次に、延伸速度を早めるため棒状体の引き下げ速度を1.65m/min(実施例1と同じ延伸速度)に変更したところ、棒状体の内部加熱が十分に加熱されなかったため延伸ができなかった。そこで、真鍮鑄込みヒーターの温度を340℃に上げたところ、棒状体表面の加熱部分に発泡が起こり、線径むらが小さく欠陥のない良好な光ファイバが得られなかった。このプラスチック光ファイバの導光損失を測定したところ、導光損失は450dB/kmで低いものであった。

【0022】(比較例2) 比較例1で用いた装置に、実施例3と同じ直径が100mmの太径の光ファイバ用棒状体を導入して、加熱延伸することにより、プラスチック光ファイバの製造を試みた。真鍮鑄込みヒーターの温

度を340℃、棒状体の引き下げ速度を0.5mm/minとしたが、棒状体の内部加熱が十分に加熱されなかったため延伸ができなかった。そこで、ヒーターの温度を360℃に温度を上昇させたところ、棒状体の表面部分が発泡し、線径むらが小さく欠陥のない良好な光ファイバが得られなかった。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、延伸法による透明プラスチック線状体の製造において表面の発泡や加熱劣化を抑え、高品質の透明プラスチック線状体を製造する方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本件発明に用いられる近赤外線加熱炉および延伸装置の一例を示す概略図である。

【図2】ハロゲンランプの放射エネルギー分布を示す図である。

【図3】アクリル樹脂の吸光係数を示す図である。

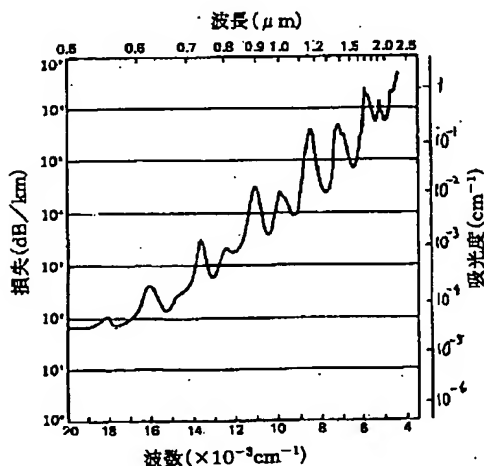
【図4】近赤外線を用いた加熱実験の方法および結果を示す図である。

【図5】ハロゲンランプと組み合わせる用いることが適当な短波長遮断フィルタの波長特性の一例を示す図である。

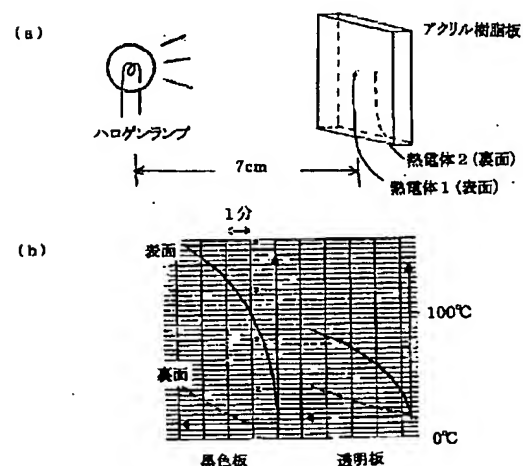
【符号の説明】

- 1：短波長遮断フィルタ
- 2：近赤外線源
- 4：炉心管
- 5：定速昇降装置
- 6：透明プラスチック棒状体
- 7：外径測定器検知部
- 8：外径測定器表示部
- 9：引き取り機

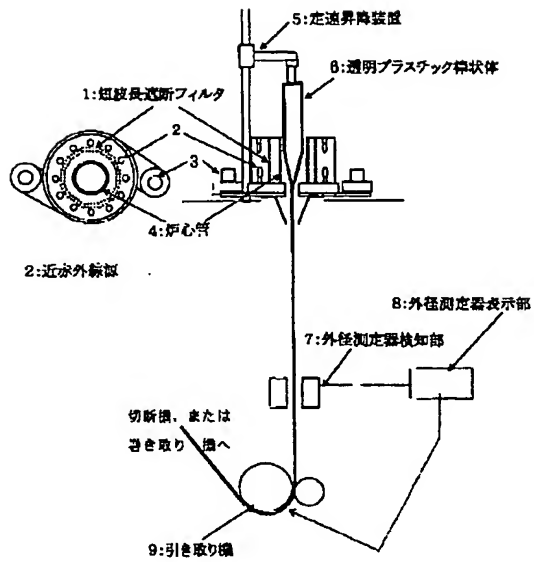
【図3】



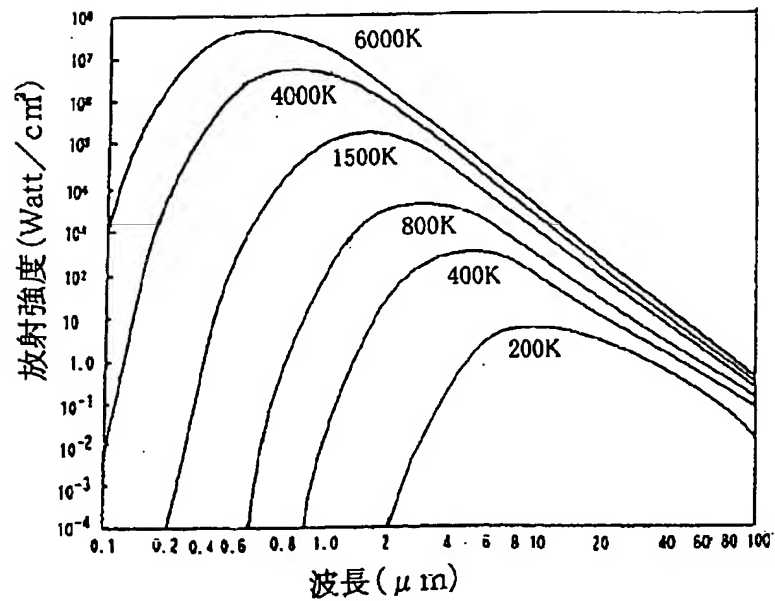
【図4】



【図1】



【図2】



【図5】

